

(3) Japanese Patent Application Laid-Open No. 8-078647 (1996)

“MANUFACTURING METHOD FOR SEMICONDUCTOR WITH BURIED INSULATING FILM”

5 The following is English translation of [Claim 1] to [Claim 4] from the above-identified document relevant to the present application.

[Claim 1] A manufacturing method for a semiconductor having a buried insulating film comprising a step of implanting oxygen ions or nitrogen ions into a silicon wafer,
10 wherein a cleaning process for cleaning said silicon wafer at least once or more is performed during said step.

[Claim 2] The manufacturing method for a semiconductor having a buried insulating film according to claim 1, wherein a jet cleaning is employed in said cleaning process wherein stream of water to which high-frequency ultrasonic waves are applied is
15 sprayed onto the silicon wafer.

[Claim 3] The manufacturing method for a semiconductor having a buried insulating film according to claim 1, wherein alkaline solution of ammonia water and hydrogen peroxide solution is used in said cleaning process.

[Claim 4] The manufacturing method for a semiconductor having a buried insulating
20 film according to claim 1, wherein acid solution of hydrochloric acid and hydrogen peroxide solution is used in said cleaning process.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-78647

(43) 公開日 平成8年(1996)3月22日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 27/12		E		
21/265				
21/304	3 4 1	M	H 0 1 L 21/ 265	V

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平6-213990

(22) 出願日 平成6年(1994)9月7日

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72) 発明者 梶山 健二

神奈川県相模原市淵野辺5-10-1 新日本製鐵株式会社エレクトロニクス研究所内

(72) 発明者 矢野 孝幸

山口県光市大字島田3434番地 新日本製鐵株式会社光製鐵所内

(72) 発明者 中島 辰雄

山口県光市大字島田3434番地 新日本製鐵株式会社光製鐵所内

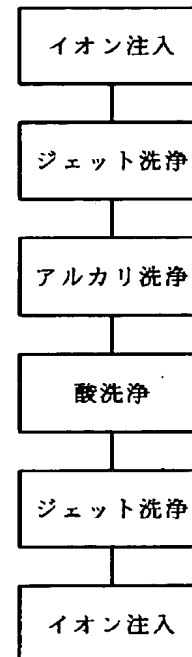
(74) 代理人 弁理士 八田 幹雄

(54) 【発明の名称】 埋め込み絶縁膜を有する半導体の製造方法

(57) 【要約】

【目的】 絶縁膜を有するシリコンウェハにおいて、埋め込み絶縁膜の致命的な欠陥である電流バスを低減する。

【構成】 電流バスを低減した埋め込み絶縁膜を有するシリコンウェハを得るため、酸素イオンあるいは窒素イオンを注入してアニールして製作する際、イオン注入途中でシリコンウェハを洗浄することにより、注入を遮蔽する虞のあるシリコンウェハ表面に付着した粒子を除去し、注入酸素あるいは窒素が不足しないように、あるいは、注入深さが浅くならないようにし、また、ウェハの面内を回転して注入量の均一性を改善して埋め込み絶縁膜厚を均一にし、電流バスの発生を防止する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 埋め込み絶縁膜を有する半導体の製造方法において、

シリコンウェハに酸素イオンあるいは窒素イオンを注入する工程の途中で、シリコンウェハを少なくとも1回以上洗浄する洗浄工程を有することを特徴とする埋め込み絶縁膜を有する半導体の製造方法。

【請求項2】 前記洗浄工程が、シリコンウェハに高周波の超音波を印加した水流を噴射するジェット洗浄を用いることを特徴とする請求項1に記載の埋め込み絶縁膜を有する半導体の製造方法。

【請求項3】 前記洗浄工程が、アンモニア水と過酸化水素水とを混合したアルカリ性水溶液を用いることを特徴とする請求項1に記載の埋め込み絶縁膜を有する半導体の製造方法。

【請求項4】 前記洗浄工程が、塩酸と過酸化水素水とを混合した酸性水溶液を用いることを特徴とする請求項1に記載の埋め込み絶縁膜を有する半導体の製造方法。

【請求項5】 前記洗浄工程が、シリコンウェハに酸素イオンあるいは窒素イオンを注入する工程の前に予めシリコン酸化膜を形成しておき、このシリコン酸化膜を希弗酸水溶液により除去するにより行われることを特徴とする請求項1に記載の埋め込み絶縁膜を有する半導体の製造方法。

【請求項6】 前記洗浄工程が、シリコンウェハに高周波の超音波を印加した水流を噴射するジェット洗浄、アンモニア水と過酸化水素水とを混合したアルカリ性水溶液を用いる洗浄、塩酸と過酸化水素水とを混合した酸性水溶液を用いる洗浄、およびシリコンウェハに酸素イオンあるいは窒素イオンを注入する工程の前に予めシリコン酸化膜を形成しておき、このシリコン酸化膜を希弗酸水溶液により除去するにより行われる洗浄のうち、いずれか2つ以上を組み合わせることを特徴とする請求項1に記載の絶縁膜を有する半導体の製造方法。

【請求項7】 前記洗浄工程後の酸素イオンあるいは窒素イオンの注入は、シリコンウェハを面内で回転して、注入することを特徴とする請求項1～6のいずれか一つに記載の埋め込み絶縁膜を有する半導体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、埋め込み絶縁膜を有する半導体の製造方法に関し、特に埋め込み絶縁膜を有するシリコンウェハにおいて、絶縁膜に存在する電流バス欠陥（絶縁層を横切る電流路）を低減した半導体の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】埋め込み絶縁膜を有する半導体、特にシリコンウェハ内部に絶縁膜を形成した半導体は、集積回路の構成要素である個々のトランジスタを絶縁物で完全に分離できるので集積回路用のウェハとして理想的な構

造である。図1は、この埋め込み絶縁膜を有するシリコンウェハの断面構造を示す図面で、シリコンウェハ内が、埋め込み絶縁膜2によって、下部シリコン層1と、トランジスタなどの素子が形成される表面シリコン層3とに電氣的に分離・絶縁されている。

従来、埋め込み絶縁膜を形成するには、シリコンウェハに酸素・窒素などをイオン注入してシリコンと化合させることにより表面シリコン層を残して埋め込み絶縁膜を形成していた。しかし、埋め込み絶縁膜を横切って電流バスが存在し、電流バスの上部に形成したトランジスタは絶縁されずに動作異常となり、動作異常トランジスタを含む集積回路は正常に機能しなかった。

【0003】埋め込み絶縁膜の電流バス4の発生原因の1つが、図2に示すように、イオン注入の際にシリコンウェハ表面に付着した粒子5が注入イオンを遮蔽するための注入量の局所的な不足によることは、既に知られている。この際、埋め込み絶縁膜の厚み0.5～0.1μmの数分の1の大きさの粒子まで悪影響を及ぼす。

【0004】ビーム広がりにより金属性のビームラインの内壁がスパッタリングされ、金属・有機物などの粒子がウェハに付着する。対策としてビームラインの内側をシリコン・石英・シリコンカーバイドなどで覆うと、構成元素の質量数が軽いため、スパッタリング量が増してシリコン・シリコン酸化物・シリコンカーバイドなどの粒子が増し、粒子の総量が却って増加するという難点があった。なお、覆いを取り付けられていない部分からは従来どおり金属・有機物の粒子が発生する。

【0005】また、注入装置を長期間使用するとビームラインの下流部にスパッタリングにより発生した異物が累積してウェハに付着する粒子が増す。この対策として真空を破りビームラインを磨くと、磨きにより作られた粒子が完全には除去できないため、あるいは、磨けない部分の酸化が進み粒子を発生するため、一時的に粒子が増えて元の状態に戻すために数日間の空運転が必要であった。

【0006】以上のように粒子を安定的に低減することは困難であった。

【0007】また、埋め込み絶縁膜の電流バスの他の原因として、イオンビームの走査の不均一のため、注入量が最適値からズレることにも知られている。この際、±10%の不均一性が電流バス発生率を増す原因となる。

【0008】このため、注入装置から粒子が発生し難いように、また、ビームの走査を均一にするように、注入装置の改良が進められている。しかし、現用の埋め込み絶縁膜を製作するための注入装置の粒子発生率が通常の半導体用の注入装置の1桁以上は低い上に、さらに1桁以上も粒子発生を低減させることは技術的に容易ではない。装置開発には、多大な出費と長期間を要し、未だ十分な性能の装置が得られていない。したがって、低コス

トで安定的な電流バスの低減法が待望されていた。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】従来の技術では、大面積の半導体チップを製造するに十分な程度までは、埋め込み絶縁膜を横切る電流バスが未だ低減されていないという問題があった。

【0010】たとえば、従来の技術による電流バスの密度は1個/cm²程度であり、1cm²の集積回路チップにつき1個の割合となる。したがって、チップ内のトランジスタが占有する面積の比率が通常30%程度であるから、電流バスによる集積回路の歩留まりは70%となる。集積回路は多数の工程を経て製作させ、各工程での歩留まり落ちがあることを考慮すると、出発ウェハ起因の70%歩留まりは不十分であり、埋め込み絶縁膜を有するウェハを実用化する際の障害の1つとなっている。

【0011】そこで、本発明は、シリコンウェハの取扱方法を改善し、低コストで安定的に電流バスを低減することができる埋め込み絶縁膜を有する半導体の製造方法を提供することを目的としている。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するための本発明は、埋め込み絶縁膜を有する半導体の製造方法において、シリコンウェハに酸素イオンあるいは窒素イオンを注入する工程の途中で、シリコンウェハを少なくとも1回以上洗浄する洗浄工程を有することを特徴とする埋め込み絶縁膜を有する半導体の製造方法である。

【0013】本発明においては、前記洗浄工程が、シリコンウェハに高周波の超音波を印加した水流を噴射するジェット洗浄を用いることを特徴とする。

【0014】また、本発明においては、前記洗浄工程が、アンモニア水と過酸化水素水とを混合したアルカリ性水溶液を用いることを特徴とする。

【0015】また、本発明においては、前記洗浄工程が、塩酸と過酸化水素水とを混合した酸性水溶液を用いることを特徴とする。

【0016】また、本発明においては、前記洗浄工程が、シリコンウェハに酸素イオンあるいは窒素イオンを注入する工程の前に予めシリコン酸化膜を形成しておき、このシリコン酸化膜を希弗酸水溶液により除去することにより行われることを特徴とする。

【0017】また、本発明においては、前記洗浄工程が、シリコンウェハに高周波の超音波を印加した水流を噴射するジェット洗浄、アンモニア水と過酸化水素水とを混合したアルカリ性水溶液を用いる洗浄、塩酸と過酸化水素水とを混合した酸性水溶液を用いる洗浄、およびシリコンウェハに酸素イオンあるいは窒素イオンを注入する工程の前に予めシリコン酸化膜を形成しておき、このシリコン酸化膜を希弗酸水溶液により除去することにより行われる洗浄のうち、いずれか2つ以上を組み合わせ

用いることを特徴とする絶縁膜を有する半導体の製造方法。

【0018】また、本発明においては、前記洗浄工程後の酸素イオンあるいは窒素イオンの注入は、シリコンウェハを面内で回転して、注入することを特徴とする。

【0019】

【作用】上述のように構成された本発明による半導体の製造方法は、埋め込み絶縁膜形成のためのイオン注入の途中で、少なくとも1回以上ウェハを洗浄して付着粒子を除去することで、その後のイオン注入では、イオンが付着粒子によって遮蔽されないため、注入量の局所的な低下は注入途中に洗浄しない場合に比べ、洗浄回数分の1に留まる。

【0020】本発明における洗浄法としては、付着粒子の種類(Si粒、石英粒、SiC粒、有機物、金属など)に応じ、以下のような数種の洗浄法を用いる。

【0021】洗浄法として、高周波の超音波を印加した水流を噴射するジェット洗浄を用いると、シリコンウェハ表面の粒子は高周波超音波の強制振動でウェハ表面から離されて水流により再付着することなく運び去られ、しかもシリコンウェハは傷付かない。

【0022】洗浄法として、アンモニア水と過酸化水素水とを混合したアルカリ水溶液を用いると、有機物の粒子の表面が数十nm溶解し遊離・除去される。

【0023】洗浄法として、塩酸と過酸化水素水とを混合した酸性水溶液を用いると、金属の粒子の表面が数十nm溶解し遊離・除去される。

【0024】洗浄法として、酸化膜をマスクとして用いるべく、注入前にシリコンウェハ表面にシリコン酸化膜を形成しておく、注入の途中で弗酸の水溶液でシリコン酸化膜を溶解すると、シリコン酸化膜の表面の粒子がシリコン酸化膜と共に除去される。

【0025】また本発明では、注入により付着する粒子の種類に応じ、以上の数種の洗浄法を組み合わせると少なくとも1回以上洗浄することで、各種の粒子を効果的に低減でき、しかも、シリコンウェハは悪影響を受けない。すなわち、Si粒、SiC粒、石英粒に対しては、ジェット洗浄、酸化膜マスクが有効であり、有機物に対してはジェット洗浄、アルカリ洗浄、酸化膜マスクが有効であり、金属に対しては、ジェット洗浄、酸洗浄、酸化膜マスクが有効である。上記のように、粒子の種類に応じて洗浄することにより注入イオンが付着粒子で遮蔽されることが低減できるので埋め込み絶縁膜の電流バスが低減する。

【0026】さらに本発明では、シリコンウェハを注入の途中で回転し、イオンビーム走査の向きを変え、走査方向による注入量の不均一性を軽減し、ウェハ面内での注入量の均一性を改善した。

【0027】

【実施例】

(実施例1) シリコンウェハに、酸素イオンを180 keVで $2 \times 10^{17}/\text{cm}^2$ 注入した後、注入機から取り出し、1.5 MHzの超音波を印加した2 L/minの水流を1000 rpmで回転したシリコンウェハに噴射してジェット洗浄し、次に、アンモニア水・過酸化水素水・水を1:1:5の比で混合したアルカリ性水溶液で洗浄し、次に、塩酸・過酸化水素水・水を0.2:1:10の比で混合した酸性水溶液で洗浄し、次に、1.5 MHzの超音波を印加した2 L/minの水流を1000 rpmで回転したシリコンウェハに噴射してジェット

10 洗浄し、さらに、酸素イオンを180 keVで $2 \times 10^{17}/\text{cm}^2$ 注入した。
【0028】その結果、アニール後の埋め込み酸化膜(絶縁膜)の電流パスは、洗浄しない場合の50%に減少した。

【0029】なお、図3は本実施例1における上記工程を示す流れ図である。

【0030】(実施例2) シリコンウェハに、酸素イオンを180 keVで $1.3 \times 10^{17}/\text{cm}^2$ 注入した後、注入機から取り出し、1.5 MHzの超音波を印加した2 L/minの水流を1000 rpmで回転したシリコンウェハに噴射してジェット洗浄し、次に、アンモニア水・過酸化水素水・水を1:1:5の比で混合したアルカリ性水溶液で洗浄し、次に、塩酸・過酸化水素水・水を0.2:1:10の比で混合した酸性水溶液で洗浄し、次に、1.5 MHzの超音波を印加した2 L/minの水流を1000 rpmで回転したシリコンウェハに噴射してジェット洗浄した。

【0031】さらに、酸素イオンを180 keVで $1.3 \times 10^{17}/\text{cm}^2$ 注入した後、注入機から取り出し、1.5 MHzの超音波を印加した2 L/minの水流を1000 rpmで回転したシリコンウェハに噴射してジェット洗浄し、次に、アンモニア水・過酸化水素水・水を1:1:5の比で混合したアルカリ性水溶液で洗浄し、次に、塩酸・過酸化水素水・水を0.2:1:10の比で混合した酸性水溶液で洗浄し、次に、1.5 MHzの超音波を印加した2 L/minの水流を1000 rpmで回転したシリコンウェハに噴射してジェット洗浄した。

【0032】さらに、酸素イオンを180 keVで $1.3 \times 10^{17}/\text{cm}^2$ 注入した。

【0033】その結果、アニール後の埋め込み酸化膜(絶縁膜)の電流パスは、洗浄しない場合の30%に減少した。

【0034】なお、図4は本実施例2における上記工程を示す流れ図である。

【0035】(実施例3) まず、熱酸化により膜厚70 nmの熱酸化膜を形成し、酸素イオンを180 keVで $2 \times 10^{17}/\text{cm}^2$ 注入した後、注入機から取り出し、1.5 MHzの超音波を印加した2 L/minの水流を

1000 rpmで回転したシリコンウェハに噴射してジェット洗浄し、次に、弗酸・水を1:10の比で混合した希弗酸液で熱酸化膜を除去し、次に、アンモニア水・過酸化水素水・水を1:1:5の比で混合したアルカリ性水溶液で洗浄し、次に、塩酸・過酸化水素水・水を0.2:1:10の比で混合した酸性水溶液で洗浄し、次に、1.5 MHzの超音波を印加した2 L/minの水流を1000 rpmで回転したシリコンウェハに噴射してジェット洗浄し、さらに、酸素イオンを180 keVで $2 \times 10^{17}/\text{cm}^2$ 注入した。

【0036】その結果、アニール後の埋め込み酸化膜(絶縁膜)の電流パスは、洗浄しない場合の30%に減少した。

【0037】なお、図5は本実施例3における上記工程を示す流れ図である。

【0038】(実施例4) シリコンウェハに、酸素イオンを180 keVで $2 \times 10^{17}/\text{cm}^2$ 注入した後、注入機から取り出し、1.5 MHzの超音波を印加した2 L/minの水流を1000 rpmで回転したシリコンウェハに噴射してジェット洗浄し、次に、アンモニア水・過酸化水素水・水を1:1:5の比で混合したアルカリ性水溶液で洗浄し、次に、塩酸・過酸化水素水・水を0.2:1:10の比で混合した酸性水溶液で洗浄し、次に、1.5 MHzの超音波を印加した2 L/minの水流を1000 rpmで回転したシリコンウェハに噴射してジェット洗浄した。

【0039】ウェハを90度回転してセットし、さらに、酸素イオンを180 keVで $2 \times 10^{17}/\text{cm}^2$ 注入した。本実施例の場合、縦方向の走査は磁場掃引によるイオンビームの偏向でウェハ面内の注入量の縦方向の均一性は $\pm 5\%$ であり、横方向の走査はウェハ回転による機械走査でウェハ面内の横方向の注入量の均一性は $\pm 2\%$ であるが、ウェハ回転によりウェハ全面での注入量の均一性は $\pm 3\%$ と改善された。

【0040】その結果、アニール後の埋め込み酸化膜(絶縁膜)の電流パスは、洗浄しない場合の40%に減少した。

【0041】なお、図6は本実施例4における上記工程を示す流れ図である。

【0042】以上の各実施例において、電流パスの密度は、表面シリコン層の1部が数種類の面積の電極となるよう周囲の表面シリコン層を除去あるいは部分酸化して絶縁化した後、これら電極と基板との間の導通を調べ、面積に対して導通する確率がポアソン分布をすることをを用いて求めた。

【0043】

【発明の効果】以上の通り、本発明は、イオン注入の途中でウェハを洗浄・回転することにより、埋め込み絶縁膜の電流パスを低減できる。

【0044】電流パスを低減することにより、埋め込み

7

絶縁膜を有する半導体を用いる際、チップ面積を広くしても集積回路の製造歩留まりが向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 埋め込み絶縁膜を有するシリコンウェハの断面構造を示す図面である。

【図2】 埋め込み絶縁膜の欠陥である電流バスの断面構造を示す図面である。

【図3】 実施例1の工程の流れ図である。

*

8

*【図4】 実施例2の工程の流れ図である。

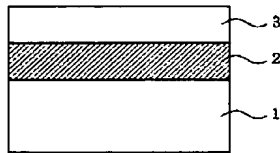
【図5】 実施例3の工程の流れ図である。

【図6】 実施例4の工程の流れ図である。

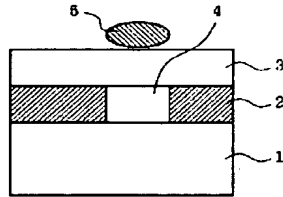
【符号の説明】

1…シリコンウェハ下部、 2…埋め込み絶縁膜、 3…表面シリコン層、 4…埋め込み絶縁膜の電流バス、 5…付着粒子。

【図1】



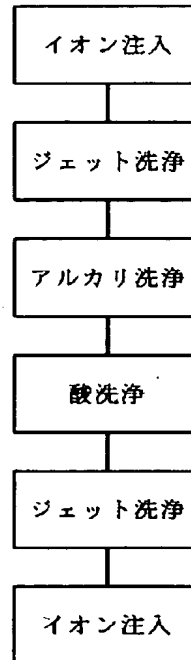
【図2】



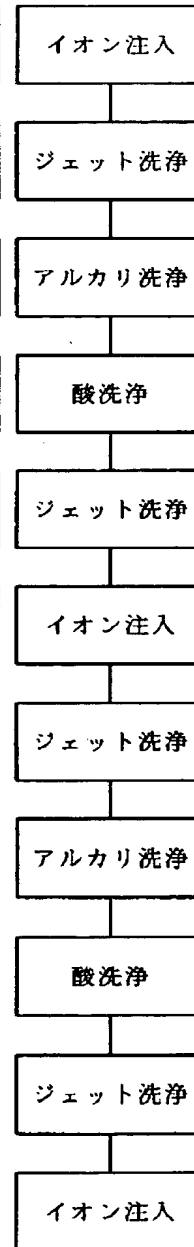
【図6】



【図3】



【図4】



【図5】

